

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ 11 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1986	ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ 29

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αριθ. 6019

Έγκριση Προδιαγραφών Γεωλογικών Εργασιών μέσα στα πλαίσια των Μελετών Τεχνικών Έργων.

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Σύμφωνα με τις διατάξεις:

1. Του Ν. 1558/85 «Κυβέρνηση και Κυβερνητικά Όργανα» (ΦΕΚ Α 137/85).
2. Του υπ' αριθμ. 910/77 Π.Δ «Περί Οργανισμού του Υπουργείου Δημοσίων Έργων».
3. Του Ν. 1418/84 για τα Δημόσια Έργα και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων.

Σύμφωνα με:

1. Την υπ' αριθμ. 594/8.8.85 κοινή απόφαση του Πρωθυπουργού και του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ με θέμα «Καθορισμός αρμοδιοτήτων του Υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ»
2. Τις αποφάσεις ΕΔ2α/01/78/Φ.2.2.1/14.8.85 και ΕΔ2α/02/78/Φ.2.2.1/14.8.85 για μεταβίβαση αρμοδιοτήτων του Υπουργού και του Υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ αντίστοιχα, στον Γενικό Γραμματέα της Γεν. Γραμματείας Δημ. Έργων και ανωτέρους υπαλλήλους αυτής.

Αφού λάβαμε υπόψη:

1. Τις προδιαγραφές Γεωλογικών Εργασιών μέσα στα πλαίσια των μελετών τεχνικών έργων που συντάχθηκαν με μέριμνα της Δ/νσεως Ερευνών Εδαφών (ΕΚ1) και οι οποίες συμπληρώνουν, όπου απαιτείται, το Π.Δ. 696/74 και δεν αντικαθιστούν τις προδιαγραφές των Ειδικών Τεχνικών Έργων (Φράγματα, σήραγγες κ.λπ.) που συντάσσονται με βάση τις ιδιαιτερότητες των έργων αυτών.
2. Την από 5 Νοεμβρίου 1985 σχετική έκθεση της Δ/νσεως Ερευνών Εδαφών (ΕΚ1).

ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ:

1. Εγκρίνουμε τις «Προδιαγραφές Γεωλογικών Εργασιών μέσα στα πλαίσια των μελετών τεχνικών έργων» (Ε 104-85).
2. Εγκρίνουμε τη συμπλήρωση του πρώτου εδαφίου της παραγράφου 4 του παραρτήματος που συνοδεύει τις Προδιαγραφές Ε 101-83 των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων (ΦΕΚ 363/Β/24.6.83), με τη φράση: «... ή γεωλόγος έμπειρος σε θέματα γεωτεχνικών ερευνών».
3. Εγκρίνουμε την εφαρμογή των ανωτέρω προδιαγραφών στα εκτελούμενα δημόσια έργα.
4. Η ισχύς της αποφάσεως αυτής αρχίζει ένα μήνα μετά τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Η απόφαση αυτή μαζί με τις σχετικές Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα, 27 Νοεμβρίου 1985

Ο
ΥΠΟΥΡΓΟΣ
ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΟΥΛΟΥΜΠΗΣ

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Γενικά

Η γεωλογική μελέτη αποτελεί τμήμα των διαφόρων σταδίων της μελέτης οιουδήποτε τεχνικού έργου. Κατ' αυτή διερευνώνται θέματα που αφορούν την ασφαλή θεμελίωση των τεχνικών έργων, τις συνθήκες του υπεδάφους στο οποίο προβλέπεται η διάνοιξη υπογείων έργων (π.χ. σήραγγες), καθώς και στην αναζήτηση υλικών κατασκευής.

Οι γεωλογικές ερευνητικές εργασίες δύνανται να εκτελεσθούν σε διάφορα στάδια: αναγνωριστικό (προκαταρκτικό), προμελέτη και οριστικό, που το καθένα αποτελεί συνέχεια του προηγούμενου. Οι εργασίες κάθε σταδίου βαρύνουν κατά διάφορο τρόπο, ανάλογα με το είδος του τεχνικού έργου, τη φύση του εδάφους θεμελιώσεως, το διατιθέμενο χρόνο κ.λπ.

Οι επί μέρους γεωλογικές εργασίες σε κάθε στάδιο έχουν ως κατωτέρω:

α. Αναγνωριστικό στάδιο

Περιλαμβάνει τη συλλογή κάθε είδους πληροφοριών για τη φυσική κατάσταση της υπό εξέταση ζώνης και του ευρύτερου περιβάλλοντός της.

Πρωταρχικές πηγές πληροφοριών είναι η βιβλιογραφία και τα αρχεία της σχετικής δραστηριότητας (γεωλογικής, υδρογεωλογικής, γεωτρητικής και γεωφυσικής) δημοσίων και ιδιωτικών φορέων. Οι διάφοροι χάρτες (γεωλογικοί, γεωτεχνικοί, τοπογραφικοί) συμπληρώνουν την ανωτέρω πληροφοριακή αναφορά. Επίσης οι αεροφωτογραφίες αποτελούν χρησιμότατο βοήθημα.

Όλες οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται επαληθεύονται και συμπληρώνονται με επί τόπου επίσκεψη.

β. Προμελέτη

Περιλαμβάνει σειρά ερευνητικών εργασιών, τα στοιχεία των οποίων θα βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεως για αποδοχή ή απόρριψη ή και αλλαγή της περιοχής που αρχικά είχε επιλεγεί για την κατασκευή του μελετούμενου έργου.

Το στάδιο αυτό είναι δυνατό να επαρκέσει σαν πλήρης εργασία γεωλογικής έρευνας, εάν αφορά μικρές κατασκευές.

Η συμβολή του Γεωλόγου καταμερίζεται σε δύο φάσεις, διαδοχικές και αλληλοσυμπληρούμενες, την επιφανειακή και υπόγεια. Στην πρώτη συντάσσεται ο γεωλογικός χάρτης, η λεπτομέρεια, ακρίβεια και κλίμακα του οποίου είναι συνάρτηση του μ δους του έργου που μελετάται και της φύσης του εδάφους (γεωλογική δομή και μορφολογικές συνθήκες). Η δεύτερη φάση αφορά στη διερεύνηση του υπεδάφους με περιωρισμένο ίσως αριθμό γεωτρήσεων, συλλογή υδρογεωλογικών στοιχείων, καθώς και άλλων γεωτεχνικών στοιχείων σχετικών με το υπέδαφος (φυσικομηχανικές ιδιότητες, βαθμός αποσαθρώσεως και διαρρήξεως, διαβρωσιμότητα κ.λπ.).

Συντάσσονται τέλος πρόγραμμα και προδιαγραφές για την εκτέλεση γεωτεχνικών και γεωφυσικών ερευνών.

γ. Οριστική μελέτη

Στο στάδιο αυτό της γεωλογικής μελέτης, κατά το οποίο έχει οριστικοποιηθεί η ακριβής θέση και το είδος του τεχνικού έργου, μελετώνται σε λεπτομερέστερες κλίμακες οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής του έργου και του περιβάλλοντος που τυχόν θα επηρεαστεί από αυτό. Μελετώνται επίσης με μεγάλη ακρίβεια και με βάση τα στοιχεία της γεωτρητικής και γεωφυσικής έρευνας, οι περιοχές με ιδιαίτερα προβλήματα οι οποίες έχουν εντοπισθεί από τα προηγούμενα στάδια. Οι εργασίες του σταδίου αυτού διαιρούνται σε δύο φάσεις (βλ. (1) και (2)), στις οποίες ενίοτε προστίθεται και η υδρογεωλογική έρευνα.

(1) Γεωλογικές εργασίες υπαίθρου

Στην επιφανειακή έρευνα εντάσσεται η σύνταξη του τεχνικογεωλογικού χάρτη, που αποτελεί συμπλήρωση του γεωλογικού χάρτη με τα απαραίτητα γεωτεχνικά στοιχεία. Γενικά στο χάρτη αυτό απεικονίζονται όλα τα τεκτονικά, στρωματογραφικά, γεωτεχνικά και μορφολογικά στοιχεία της περιοχής (λιθολογικές μονάδες, ρήγματα, ρωγμές, διακλάσεις, τύποι εδαφών και βράχων, φυσικές και μηχανικές ιδιότητες αυτών, εδαφικές κινήσεις όπως κατολισθήσεις, καταπτώσεις, ερπυσμοί, αποκολλήσεις του εδάφους, καθιζήσεις). Επίσης σημειώνονται μεταλλεία, φρέατα και εργασίες σε εξέλιξη ή περατωθείσες.

Η έρευνα αυτή συμπληρώνεται με τη λήψη δειγμάτων για εργαστηριακούς προσδιορισμούς.

(2) Υπόγεια έρευνα

Στην υπόγεια έρευνα περιλαμβάνεται η εκτέλεση διαφόρων ερευνητικών εργασιών όπως ορύγματα, φρέατα, στοές, γεωτρήσεις, γεωφυσικές διασκοπήσεις, υδρογεωλογικές ερευνητικές εργασίες κ.λπ.

δ. Στάδιο παρακολουθήσεως και (τυχόν) αναθεωρήσεως κατά τη φάση της κατασκευής

Σκοπός του είναι η απογραφή και αποτύπωση όλων των γεωλογικών στοιχείων που έρχονται στο φως κατά την κατασκευή και η αναπροσαρμογή πιθανώς, της μελέτης με βάση τα πραγματικά στοιχεία.

ε. Τεχνική έκθεση

Παρέχει όλες τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν, τις αξιολογεί και επισημαίνει τα προβλήματα που εντοπίσθηκαν. Απαραίτητη είναι η τεκμηρίωση των ανωτέρω στοιχείων. Συνοδεύεται από τους χάρτες, γεωλογικές τομές και εργαστηριακά αποτελέσματα.

2. Εργασίες υπαίθρου

Οι εργασίες αυτές περιλαμβάνουν:

α. Γεωλογική-γεωτεχνική χαρτογράφηση.
Κατ' αυτή γίνεται:
Φωτοερμηνεία, σύνταξη γεωλογικού-γεωτεχνικού χάρτη, σύνταξη γεωλογικών τομών, συγκέντρωση τεκτονικών στοιχείων, λήψη δειγμάτων για εργαστηριακές δοκιμές και λήψη φωτογραφιών.

β. Τοποθέτηση γεωτρήσεων και άλλων ερευνητικών έργων, επίβλεψη επί τόπου και αξιολόγηση των στοιχείων που θα ληφθούν από αυτά.

γ. Χαράξη, σε συνεργασία με γεωφυσικό, των προφίλ για τις γεωφυσικές διασκοπήσεις.

δ. Συγκέντρωση υδρογεωλογικών στοιχείων.

3. Εργασίες γραφείου και εργαστηρίου

Σ' αυτές περιλαμβάνονται:

α. Πετρογραφική έρευνα (Μικροσκοπικές εξετάσεις, ακτινοδιαγράμματα, διαφορικές θερμικές αναλύσεις, αναλύσεις με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και μικροαναλυτή).

β. Παλαιοντολογικές εξετάσεις Στρωματογραφική διάρθρωση.

γ. Σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων.

δ. Σύνθεση υπαιθρίων και εργαστηριακών δεδομένων και οριστική σύνταξη και σχεδίαση των γεωλογικών, γεωτεχνικών χαρτών και τομών.

ε. Σύνθεση των υδρογεωλογικών στοιχείων και σύνταξη-σχεδίαση των υδρογεωλογικών χαρτών.

στ. Συγκέντρωση και αξιολόγηση των στοιχείων για τη σεισμικότητα της περιοχής του έργου.

4. Σύνταξη της μελέτης

Η μελέτη θα πρέπει να είναι εμπεριστατωμένη και να περιλαμβάνει:

α. Την ανάλυση των μορφολογικών χαρακτήρων της περιοχής.

β. Τη γεωλογική δομή των σχηματισμών που χαρτογραφήθηκαν και τα ιδιαίτερα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά αυτών (π.χ. βαθμός αποσαθρώσεως, διαρρήξεως κ.λπ.).

γ. Τις υδρογεωλογικές συνθήκες.

δ. Την τεκτονική ανάλυση (μακρο-και μικροτεκτονική).

ε. Τη σεισμικότητα της περιοχής.

στ. Τις τεχνικογεωλογικές συνθήκες, ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου.

ζ. Χαρακτηριστικές φωτογραφίες, σχετικά με τη δομή και τις τεχνικογεωλογικές συνθήκες.

η. Συμπεράσματα στα παραπάνω στοιχεία, για τις γεωλογικές συνθήκες της περιοχής κατασκευής του έργου, προτάσεις αιτιολογημένες για την αντιμετώπιση των ποικίλων προβλημάτων και πρόγραμμα των παραπέρα ερευνών.

5. Πρόγραμμα γεωτρητικών, γεωφυσικών και γεωτεχνικών εργασιών

Στο πρόγραμμα αυτό θα καθορίζονται οι γεωτρήσεις, οι γεωφυσικές διασκοπήσεις και οι γεωτεχνικές εργασίες που κρίνονται αναγκαίες για την ολοκλήρωση της πραγματικής εικόνας των υφισταμένων γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών.

Θα προσδιορίζονται οι θέσεις και θα συντάσσονται οι τεχνικές προδιαγραφές των προτεινομένων ερευνητικών εργασιών.

6. Επίβλεψη και αξιολόγηση γεωτρητικών - γεωτεχνικών εργασιών

Με βάση τα δεδομένα των ερευνητικών γεωτρητικών και γεωτεχνικών εργασιών συντάσσονται οι τομές (logs) των γεωτρήσεων, οι γεωλογικές τομές για την υπεδαφική στρωματογραφική διάρθρωση της περιοχής, καθώς και οι γεωλογικές τομές των ερευνητικών στοών, φρεάτων, ορυγμάτων, που θα προκύψουν από τη λεπτομερή χαρτογράφησή τους.

Στους βραχώδεις σχηματισμούς γίνεται συμπληρωματικά στατιστική ανάλυση αυτών κατά R.Q.D. από τους πυρήνες των γεωτρήσεων, δίδεται ο βαθμός πυρηνοληψίας και αποσαθρώσεως και μελετάται η υδροπερατότητα όλων των διατηρηθέντων σχηματισμών από στοιχεία δοκιμών εισπιέσεων ή αντλήσεων.

Β. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Έργα Οδοποιΐας

1.1. Χάραξη

Η γεωλογική έρευνα αποσκοπεί στη διερεύνηση των γεωλογικών, γεωμορφολογικών και γεωτεχνικών συνθηκών που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του έργου. Η γνώση της γεωλογικής συστάσεως και δομής των σχηματισμών, η εκτίμηση της μηχανικής συμπεριφοράς τους και ο εντοπισμός των προβλημάτων που πιθανόν να προκύψουν, βοηθούν αποτελεσματικά στην καλύτερη επιλογή που θα εξυπηρετεί απαιτήσεις τεχνικοοικονομικές και ασφαλείας.

Στα πλαίσια της γεωλογικής μελέτης κατά μήκος της χαράξεως περιλαμβάνονται:

α. Εργασίες υπαίθρου

(1) Μακροσκοπική εξέταση των γεωλογικών μονάδων (όρια, τύπος πετρώματος, στρωματογραφική θέση, συνεκτικότητα, βαθμός αποσαθρώσεως, εξαλλοίωση, τεκτονική δομή, διάρρηξη, κερματισμός).

(2) Γεωμορφολογική ανάλυση της ευρύτερης περιοχής και λεπτομερής περιγραφή των μορφολογικών στοιχείων στη ζώνη διελεύσεως της χαράξεως (διάβρωση, ανάγλυφο, κλίσεις πρανών).

(3) Εξέταση της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς των διαφόρων σχηματισμών και της διακυμάνσεως της στάθμης των υπογείων νερών, ιδιαίτερα όταν βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς και των προβλημάτων που μπορεί να ανακύψουν με τη διάνοιξη ορυγμάτων και κατασκευή επιχωμάτων και μικτών διατομών.

(4) Παρατηρήσεις που αφορούν τη συμπεριφορά έναντι των σεισμών (κατολισθήσεις, αποσπάσεις βράχων, ενεργοποίηση ρηγμάτων κ.ά.).

(5) Φωτογραφίες χαρακτηριστικές της γεωλογικής δομής και μορφολογίας της ζώνης.

(6) Εντοπισμός καταλλήλων θέσεων για τη λήψη αδρανών υλικών τα οποία είναι απαραίτητα για τα χωματουργικά, την οδοστρωσία και τα τεχνικά έργα.

β. Εργασίες Γραφείου

(1) Εργαστηριακοί προσδιορισμοί που τυχόν θα απαιτηθούν, όπως πετρολογική μελέτη (μικροσκοπική, ακτινογραφήματα, θερμοαναλύσεις), παλαιοντολογική εξέταση λεπτών τομών, φωτογεωλογική ερμηνεία και σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων.

(2) Συγκέντρωση στοιχείων για τη σεισμική ιστορία της περιοχής.

(3) Συγκέντρωση υδρομετεωρολογικών στοιχείων.

(4) Επεξεργασία των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν, αναλύθηκαν ή και προσδιορίσθηκαν.

(5) Σύνταξη και υποβολή τεχνικογεωλογικής εκθέσεως.
Σ' αυτήν θα πρέπει να περιέχονται οι αναλύσεις και τα συμπεράσματα της παραπάνω έρευνας και προτάσεις για την αναγκαιότητα ή μη παραλλαγής της χαράξεως (εν μέρει ή και στο σύνολο), την ασφαλή αντιμετώπιση των προβλημάτων με την συμπλήρωση ή και κατασκευή νέων τεχνικών έργων, λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη ότι οι λύσεις που προτείνονται είναι πρακτικά εφαρμόσιμες και οικονομικές.

Αναλυτικώτερα οι γεωλογικές εργασίες που περιλαμβάνονται στα πλαίσια της γεωλογικής μελέτης οδού κατανέμονται ως εξής στα δύο επί μέρους στάδια αυτής.

Α. Στάδιο αναγνωριστικής γεωλογικής μελέτης

(1) Γεωλογική χαρτογράφηση υπό κλίμακα 1:20.000 ή μεγαλύτερη.
Το εύρος της ζώνης χαρτογραφήσεως δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 1.000μ. Σκόπιμη είναι η χρήση αεροφωτογραφιών, κυρίως για τη συσχέτιση της εξετασθείσης ζώνης με την ευρύτερη περιοχή, τον εντοπισμό παλαιών κατολισθήσεων και τεκτονικών γραμμών.
Γενικά στο γεωλογικό χάρτη απεικονίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί, η παράταξη των στρωμάτων, μακροτεκτονικά στοιχεία, υδρογεωλογικά στοιχεία (εμφανίσεις πηγών και παροχή αυτών, διακυμάνσεις στάθμης υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα). Επίσης σημειώνονται οι θέσεις κατολισθήσεων, καταπτώσεων βράχων, καθιζήσεων και γενικά οι ευαίσθητες περιοχές.
Στο υπόμνημα του γεωλογικού χάρτη δίδονται λεπτομερή στοιχεία για τη λιθολογική σύσταση των πετρωμάτων και γεωλογικών σχηματισμών, περιγράφεται ο βαθμός αποσαθρώσεως και διαρρήξεώς τους και γίνεται αναφορά στη σύσταση του υλικού πληρώσεως των ρωγμών.

(2) Αναζήτηση θέσεων για λήψη υλικών κατασκευής.

(3) Γεωλογική μηκοτομή υπό κλίμακα 1:20.000/1:2.000 ή μεγαλύτερη, γενικά δε υπό την αυτή προς τον συνταχθέντα γεωλογικό χάρτη κλίμακα.
Με την τομή αυτή αξιοποιούνται τα στοιχεία που έχουν αποτυπωθεί στο γεωλογικό χάρτη και δίδεται η εικόνα της εις βάθος γεωλογικής δομής κατά μήκος της χαράξεως.

(4) Εγκάρσιες γεωλογικές τομές (σκαριφήματα) σε διάφορες θέσεις της χαράξεως και ιδιαίτερα όπου οι συνθήκες είναι προβληματικές.

(5) Τεχνικογεωλογική έκθεση. Σ' αυτήν αναφέρονται οι επί μέρους αναλύσεις (γεωλογικές, τεκτονικές, γεωμορφολογικές, υδρογεωλογικές, σεισμικότητας, γεωτεχνικές) και τα συμπεράσματα για την καταλληλότητα των σχηματισμών διελεύσεως της χαράξεως. Αξιολογούνται οι εντοπισθείσες περιοχές για απόληψη υλικών κατασκευής και προτείνονται έρευνες για την επιβεβαίωση της καταλληλότητας και της ποσότητάς τους. Γίνεται επίσης αναφορά στη σκοπιμότητα ή μη εκτελέσεως του επομένου σταδίου της γεωλογικής μελέτης και προγραμματίζονται οι λεπτομερέστερες γεωλογικές έρευνες σε

ευαίσθητες περιοχές, καθώς και οι γεωτεχνικές επί τόπου εργασίες και οι πιθανές απαιτούμενες γεωφυσικές διασκοπήσεις.

Β. Οριστική Γεωλογική Μελέτη

Το στάδιο αυτό πραγματοποιείται όταν οι γεωλογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες υπαγορεύουν τη λεπτομερή απεικόνιση των γεωλογικών στοιχείων σε ορισμένα τμήματα της οδού (π.χ. θέσεις κατολισθήσεων, κατακρημνίσεων, βαθειών ορυγμάτων, υψηλών επιχωμάτων κ.λπ.). Ο τρόπος και η έκταση των ερευνών στο στάδιο αυτό (μήκος και εύρος των τμημάτων, κλίμακα κ.λπ.) καθορίζονται από το προηγούμενο στάδιο το οποίο θεωρείται βασικό και απαραίτητο για την οριστική μελέτη.

Η οριστική γεωλογική μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει:

(1) Γεωλογική χαρτογράφηση υπό κλίμακα 1:5000 ή μεγαλύτερη, με την επιβαλλόμενη από την κλίμακα ακρίβεια.

(2) Γεωλογική μηκοτομή υπό την αυτή προς τον χάρτη κλίμακα ή μεγαλύτερη.

(3) Εγκάρσιες γεωλογικές τομές σε επιλεγείσες θέσεις της ζώνης που θα χαρτογραφηθεί.

(4) Σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων κατά Schmidt ή Seidel στους βραχώδεις σχηματισμούς.

(5) Σύνταξη τεχνικογεωλογικής εκθέσεως, που θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Γενική μορφολογία της περιοχής χαράξεως.
- Γενική στρωματογραφική διάρθρωση αυτής.
- Περιγραφή των λιθολογικών σχηματισμών, από τους οποίους θα διέλθει η οδός, εξέταση της συμπεριφοράς αυτών κατά την εξόρυξη και της προβλεπόμενης ευστάθειας των πρανών μετά τις εκσκαφές κ.λπ.
- Περιγραφή της τυχόν επιδράσεως εξωγενών παραγόντων με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαβρώσεων ή κατολισθήσεων.
- Υδρολογικά στοιχεία που επιδρούν δυσμενώς στην οδό.
- Κλιματολογικά και μετεωρολογικά στοιχεία (όπως ύψος βροχής, διακυμάνσεις θερμοκρασίας, παγετός κ.λπ.) χρήσιμα στην εκπόνηση της μελέτης.
- Διατύπωση προτάσεων που να δικαιολογούν τη δυνατότητα διελεύσεως της οδού από τους γεωλογικούς σχηματισμούς της επιλεγείσης ζώνης διαβάσεως.
- Επισήμανση τμημάτων της χαράξεως, στα οποία υπάρχουν ή είναι δυνατόν να δημιουργηθούν, λόγω γεωλογικών ή τεκτονικών αιτίων, κατολισθήσεις ή καταπτώσεις, κατά την κατασκευή της οδού και μετέπειτα.
- Παροχή υποδείξεων για ενδεδειγμένη επιλογή ασφαλέστερης οδεύσεως, για την οποία συνηγορούν γεωλογικά κριτήρια.
- Παροχή δικαιολογημένων προτάσεων για την εκλογή συγκεκριμένων πηγών αδρανών υλικών οδοστρωσίας και την κατασκευή τεχνικών έργων.
- Παροχή κάθε άλλου στοιχείου (όπως π.χ. φωτογραφιών), ώστε η υποβαλλόμενη έκθεση της κυρίως γεωλογικής μελέτης να καθίσταται κατά το δυνατόν πληρέστερη, να διαμορφώνεται δε από αυτή ακριβής και σαφής γνώμη για τις υφιστάμενες συνθήκες στην προτεινόμενη ζώνη χαράξεως.

Στην ανωτέρω έκθεση θα προτείνονται επίσης οι περαιτέρω έρευνες, εάν είναι αναγκαίες π.χ. γεωφυσικές διασκοπήσεις, γεωτρήσεις, ορύγματα, λήψη δειγμάτων για εργαστηριακές δοκιμές, εγκατάσταση οργάνων παρακολούθησης (αποκλισιόμετρα, πιεζόμετρα, κ.λπ.).

1.2. Οδικές σήραγγες

Η γεωλογική μελέτη, αποσκοπεί στη συγκέντρωση και αξιολόγηση όλων των γεωλογικών στοιχείων που συνθέτουν την εικόνα της περιοχής και την επισήμανση των ποικίλων προβλημάτων που θα αντιμετωπισθούν κατά τη διάνοιξη της σήραγγας. Με βάση τα στοιχεία αυτά της επιτόπιας έρευνας καθορίζεται το πρόγραμμα των περαιτέρω ερευνητικών εργασιών.

Οι απαιτούμενες για τη γεωλογική μελέτη μιας σήραγγας εργασίες είναι οι εξής:

(1) Γεωλογική χαρτογράφηση της ευρύτερης περιοχής της σήραγγας σε κλίμακα 1:2000 ή μεγαλύτερη. Κατ' αυτήν αποτυπώνονται με λεπτομέρεια οι διάφοροι σχηματισμοί και περιγράφονται τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά αυτών με βάση τη μακροσκοπική παρατήρηση. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στο υδρογεωλογικό καθεστώς, τον τεκτονισμό της περιοχής και τα συστήματα διαρρήξεως που επικρατούν. Από τις μετρήσεις των τεκτονικών στοιχείων συντάσσονται τεκτονοδιαγράμματα σ' όλο το μήκος της σήραγγας, με ιδιαίτερη προσοχή στα τμήματα εισόδου και εξόδου αυτής.
Η χρήση αεροφωτογραφιών κατάλληλης κλίμακας και η ερμηνεία τους αποτελούν σημαντικό βοήθημα στη γεωλογική μελέτη.
Το εύρος της χαρτογραφήσεως δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 500μ. εκατέρωθεν του άξονα.
Η ακρίβεια με την οποία η επιφανειακή γεωλογία προβάλλεται στο βάθος (επίπεδο της σήραγγας) αφήνεται στη κρίση του γεωλόγου. Σε ιζηματογενή πετρώματα, υπό την προϋπόθεση ότι αυτά δεν είναι ισχυρά διερρηγμένα και έντονα πτυχωμένα, υπάρχει σχετική ακρίβεια, σε εκρηξιγενή όμως και μεταμορφωμένα είναι πιο δύσκολο.

(2) Γεωλογική μηκοτομή, υπό την αυτή όπως και ο χάρτης κλίμακα ή μεγαλύτερη.

(3) Εγκάρσιες γεωλογικές τομές σε επιλεγείσες θέσεις για την απεικόνιση της στρωματολιθολογικής και τεκτονικής δομής, στο εύρος της χαρτογραφηθείσης ζώνης και σε βάθος κάτω από την ερυθρά.

(4) Σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων (δίκτυα κατά Schmidt ή Seidel).

(5) Σύνταξη τεχνικογεωλογικής εκθέσεως, που πέρα από τις ανωτέρω αναλύσεις και συμπεράσματα επί της εκλογής της θέσεως του άξονα της σήραγγας και τα αναμενόμενα προβλήματα, θα περιλαμβάνει το πρόγραμμα των περαιτέρω ερευνών της β' φάσεως, δηλαδή γεωλογικές και υδρογεωλογικές έρευνες, γεωφυσικές διασκοπήσεις, γεωτρήσεις, ορύγματα, εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές. Επίσης θα αναφέρεται στις πιθανές επιπτώσεις σε άλλες γειτονικές κατασκευές, στη μεταβολή της δίαιτας των πηγών και γενικά των υπογείων νερών, την επισήμανση υλικών για την κατασκευή, στις γενικές κλιματικές συνθήκες κ.λπ.

Μετά την εκτέλεση των ανωτέρω εργασιών της β' φάσεως αξιολογούνται από το γεωλόγο τα αποτελέσματά τους, ώστε να γίνει δυνατή η ταξινόμηση της βραχομάζας σύμφωνα με τα περισσότερο παραδεκτά διεθνώς συστήματα, πυκνώνουν, αν χρειαστεί, οι ερευνητικές εργασίες και ερμηνεύονται σε συνεργασία με το γεωφυσικό τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας.

Στη φάση αυτή μερικά ερωτήματα θα πρέπει να απαντηθούν, όπως η σκληρότητα του πετρώματος και η ευκολία διανοίξεως, με ή χωρίς εκρηκτικά (εξορυξιμότητα), ποια τμήματα χρειάζονται υποστήριξη και τι είδους, εάν αναμένεται νερό, σε ποια ποσότητα και σε ποιο τμήμα της σήραγγας, αν θα συναντηθούν φυσικά αέρια και υψηλές θερμοκρασίες κ.ά.

Επίσης η συμβολή του γεωλόγου κατά το κατασκευαστικό στάδιο είναι ουσιώδης. Τυχόν διαφορές μεταξύ στοιχείων έρευνας και πραγματικότητας θα πρέπει να εξηγηθούν και να αναπροσαρμοσθεί η γεωλογική μελέτη με τη βοήθεια των στοιχείων που έρχονται σε φως.

Η προσεκτική γεωλογική χαρτογράφηση της σήραγγας είναι απαραίτητη, γιατί θα αποτελέσει χρήσιμο στοιχείο, εάν παρουσιασθεί πρόβλημα κατά τη διάρκεια λειτουργίας ή αν άλλη σήραγγα κατασκευασθεί στην ίδια περιοχή. Επιπλέον η χαρτογράφηση θα είναι χρήσιμη και για τη συσχέτιση των επιφανειακών γεωλογικών συνθηκών και πιθανών κατασκευαστικών δυσκολιών σε μελλοντικές εκσκαφές.

1.3. Τεχνικά έργα οδοποιίας
(Θεμελίωση γεφυρών, τοίχων αντιστηρίξεως και αναχωμάτων)

Η γεωλογική μελέτη είναι αναπόσπαστο τμήμα της μελέτης θεμελιώσεως των διαφόρων τεχνικών έργων (γέφυρες, ορύγματα, αναχώματα) που πρόκειται να κατασκευασθούν, για την ασφαλή

διέλευση του δρόμου, ιδιαίτερα δε όταν οι συνθήκες θεμελιώσεως και η σοβαρότητα των έργων επιβάλλουν τούτο.

Η γεωλογική-γεωτεχνική μελέτη έχει σαν αντικείμενο την εξέταση των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του έργου και των ειδικών γεωτεχνικών συνθηκών στην άμεση γειτονία αυτού. Επίσης στα πλαίσια της μελέτης αυτής περιλαμβάνεται η επεξεργασία και αξιολόγηση όλων των στοιχείων που συλλέγονται στο ύπαιθρο και η σύνταξη της τεχνικογεωλογικής εκθέσεως, όπου αναφέρονται όλα τα στοιχεία σχετικά με τις συνθήκες θεμελιώσεως αυτού και το πρόγραμμα περαιτέρω, ενδεχομένως, ερευνών.

Αναλυτικότερα η μελέτη των τεχνικών έργων περιλαμβάνει:

(1) Την εκπόνηση γεωλογικού χάρτη με κλίμακα 1:200 ή μεγαλύτερη. Στο χάρτη αυτό αποτυπώνονται τα όρια των γεωλογικών σχηματισμών και πετρωμάτων και δίδονται η στρωματογραφική διάρθρωσή τους, στοιχεία σχετικά με την τεκτονική δομή και τις υδρογεωλογικές συνθήκες, όπως αυτές συνάγονται από τις επιφανειακές παρατηρήσεις. Επίσης σημειώνονται οι θέσεις όπου οι ανωτέρω συνθήκες υπαγορεύουν αστάθεια (κατολίσθηση, καθίζηση, μειωμένη μηχανική συμπεριφορά των σχηματισμών).

(2) Γεωλογική μηκοτομή, στην αυτή με το χάρτη κλίμακα 1:200 ή και μεγαλύτερη, στην οποία θα απεικονίζεται η εις βάθος γεωλογική δομή.

(3) Εγκάρσιες γεωλογικές τομές σε επιλεγείσες θέσεις (όπου παρουσιάζονται τα περισσότερα προβλήματα) για την απεικόνιση της γεωλογικής δομής στην έκταση της χαρτογραφηθείσης ζώνης και στο βάθος που επιτρέπει η μακροσκοπική παρατήρηση.

(4) Σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων κατά Schmidt για τη στατιστική ανάλυση των επιφανειών ασυνεχείας των βραχωδών σχηματισμών.

(5) Στατιστική ανάλυση κατά R.Q.D. των γεωτρήσεων που τυχόν εκτελέστηκαν στην περιοχή του έργου.

(6) Σύνταξη τεχνικογεωλογικής εκθέσεως που θα περιλαμβάνει:
- Ευρεία ανάλυση των γεωλογικών, γεωμορφολογικών, τεκτονικών και υδρογεωλογικών στοιχείων της περιοχής.
- Αξιολόγηση των τεχνικογεωλογικών στοιχείων των γεωλογικών μονάδων, όπως συνεκτικότητα, διάρρηξη, βαθμός εξαλλοιώσεως και αποσαθρώσεως, διάβρωση, καρστικότητα και μακροσκοπική εκτίμηση της μηχανικής συμπεριφοράς.
- Τεκτονικά στοιχεία.
- Στοιχεία για τη σεισμικότητα της περιοχής.
- Υδρογεωλογικά δεδομένα, όπως στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα κ.ά.
- Χαρακτηριστικές φωτογραφίες.
- Συμπεράσματα για την εκλογή της θέσεως και του άξονα του τεχνικού έργου ή και για πιθανές τροποποιήσεις.
- Προτάσεις για την εξέλιξη του περαιτέρω ερευνητικού προγράμματος, το οποίο ανάλογα με τα προβλήματα θα περιλαμβάνει γεωτρήσεις, γεωφυσικές διασκοπήσεις, επί τόπου και εργαστηριακές δοκιμές κ.λπ.

1.4. Κατολισθήσεις

Η γεωλογική μελέτη μιας κατολισθαίνουσας περιοχής συνίσταται στη συνεκτίμηση της γεωλογικής δομής της ευρύτερης περιοχής (στρωματογραφική διάρθρωση, τεκτονική εξέλιξη, μορφολογικές συνθήκες, υδρογεωλογικό καθεστώς) και των αποτελεσμάτων από τις ερευνητικές εργασίες (στο ύπαιθρο και εργαστήριο), σχετικά με την κατολισθαίνουσα μάζα. Με τις έρευνες αυτές καθορίζονται η έκταση και ο τύπος της κινήσεως, τα αίτια και ο μηχανισμός αυτής και καθίσταται δυνατή η λήψη των πιο ενδεδειγμένων μέτρων προστασίας και αποκαταστάσεως της κατολισθαίνουσας περιοχής.

Η γεωλογική μελέτη μιας κατολισθήσεως περιλαμβάνει:

(1) Εκπόνηση γεωλογικού χάρτη της περιοχής της κατολισθήσεως σε κλίμακα 1:2000 ή και μεγαλύτερη. Στο χάρτη αυτό θα απεικονίζονται τα όρια των σχηματισμών, τα τεκτονικά στοιχεία, το σχήμα της επιφάνειας θραύσεως και της περιοχής συσσωρεύσεως των υλικών, οι πηγές ως και άλλα υδρογεωλογικά στοιχεία με βάση τα επιφανειακά δεδομένα, η κατάσταση βλαστήσεως, οι θέσεις των ερευνητικών έργων.

Η χρήση των αεροφωτογραφιών στο στάδιο αυτό, κλίμακας 1:5000 - 1:10.000 είναι αποτελεσματική για τη χαρτογράφηση, την κατάρτιση του ερευνητικού προγράμματος, την παρακολούθηση της εξελίξεως κ.λπ.

(2) Γεωλογικές τομές σε κλίμακα 1:2000/1:200 ή και μεγαλύτερη.

(3) Τεχνικογεωλογική έκθεση, όπου θα εκτίθενται τα συμπεράσματα από τις επί μέρους αναλύσεις, θα περιγράφονται τα αίτια, ο μηχανισμός και η αναμενόμενη εξέλιξη της κατολισθητικής κινήσεως. Επίσης καταρτίζεται και προτείνεται λεπτομερές πρόγραμμα περαιτέρω ερευνών, που μπορεί να περιλαμβάνει: εγκατάσταση οργάνων παρακολουθήσεως, γεωτρητικές εργασίες, γεωφυσικές διασκοπήσεις, ορύγματα, τάφρους, επί τόπου και εργαστηριακές δοκιμές, γεωδαιτικές μετρήσεις. Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών και με συνεργασία εμπείρου Γεωλόγου και Εδαφομηχανικού γίνεται ανάλυση ευσταθείας του πρανούς και προτείνονται τα ενδεικνυόμενα κατά περίπτωση μέτρα σταθεροποιήσεως αυτού. Κατά την εκτέλεση των έργων σταθεροποιήσεως καθώς επίσης και κατά το στάδιο παρακολουθήσεως της καλής λειτουργίας και αποτελεσματικότητας του έργου απαραίτητη είναι η συμβολή και των δύο επιστημόνων.

1.5. Βοηθητικές εργασίες

α. Τεκτονικά διαγράμματα

Στις περισσότερες φορές η μελέτη ενός τεχνικού έργου περιλαμβάνει, κατά το στάδιο της γεωλογικής χαρτογραφήσεως, τη μέτρηση και αξιολόγηση (στατιστική ανάλυση) των επιφανειών ασυνεχείας των πετρωμάτων (διακλάσεις, επίπεδα θραύσεως, σχιστότητα, ρήγματα) καθώς και των αξόνων πτυχώσεως αυτών. Τα στοιχεία αυτά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα κατά τη θεμελίωση φραγμάτων και γεφυρών, τη διάνοιξη σηράγγων και ορυγμάτων. Η στατιστική ανάλυση των τεκτονικών μετρήσεων, που δεν πρέπει να είναι λιγότερες από 60 στη κάθε θέση, γίνεται με τη σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων κατά Schmidt ή Seidel.

Τα τεκτονικά διαγράμματα κατά Schmidt συνήθως συντάσσονται στη τελική μορφή τους, όπου εμφανίζονται τα πεδία πυκνότητος, οι μέγιστοι κύκλοι (κύρια και δευτερεύοντα επίπεδα), τα γεωμετρικά στοιχεία του έργου (η διεύθυνση του άξονα του τεχνικού ή κλίσεις του πρανούς), η κλίση της διατομής κυρίων επιπέδων ή κυρίων και δευτερευόντων επιπέδων, κ.ά. Επίσης θα συνοδεύονται από ερευνητικό υπόμνημα και ανάλογα με τη φύση του έργου θα επισημαίνονται οι περιπτώσεις που δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες από τον συνδυασμό των επιφανειών ασυνεχείας του πετρώματος, καθώς και ο τύπος της ενδεχόμενης αστοχίας.

β. Στατιστική ανάλυση κατά R.Q.D. (Rock Quality Designation)

Σε συνδυασμό με τις άλλες έρευνες για τον προσδιορισμό της φυσικής καταστάσεως των βραχωδών σχηματισμών εκτελείται και ανάλυση κατά R.Q.D., με τον υπολογισμό του αντίστοιχου δείκτη από πυρήνες γεωτρήσεων. Ο δείκτης αυτός υπολογίζεται ανά μέτρο μήκους της γεωτρήσεως ή κατά εξαγωγή και αντιστοιχεί στο ποσοστό επί τοις % των πυρήνων που έχουν μήκος μεγαλύτερο των 10 εκ.

γ. Γεωλογικές τομές ερευνητικών φρεάτων - ορυγμάτων

Μετά τη διάνοιξη των ερευνητικών φρεάτων και ορυγμάτων είναι απαραίτητη η σύνταξη τουλάχιστον στις πλέον χαρακτηριστικές από γεωλογικής δομής θέσεις, λεπτομερών γεωλογικών τομών υπό κλίμακα 1:100 ή μεγαλύτερη.

Στις τομές αυτές περιλαμβάνονται: Για τους βραχώδεις σχηματισμούς λεπτομερής χαρτογράφηση των στρώσεων που συμμετέχουν (είδος πετρώματος, πάχος, συνεκτικότητα, αποσάθρωση, εξαλλοίωση), καταγραφή των τεκτονικών στοιχείων (διεύθυνση

και κλίση των στρωμάτων και πτυχώσεων, βαθμός διαρρήξεως και καταπονήσεως του πετρώματος, σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων), υδρογεωλογικά στοιχεία, λήψη χαρακτηριστικών φωτογραφιών και ερμηνευτικό υπόμνημα. Για τους μαλακούς σχηματισμούς γίνεται επί πλέον πετρολογική ταξινόμηση και εμπειρικός χαρακτηρισμός της συνεκτικότητάς τους.

δ. Γεωλογικές τομές γεωτρήσεων

Η μελέτη των πυρήνων, των προγραμματισμένων από το Γεωλόγο ερευνητικών γεωτρήσεων, η επεξεργασία των δοκιμών υδατοπερατότητας, η επεξεργασία των παρατηρήσεων κατά τη διάτρηση (με τη βοήθεια του ημερολογίου της γεωτρήσεως), οδηγεί στη σύνταξη της τομής (logging) της γεωτρήσεως. Σ' αυτήν πρέπει να περιλαμβάνονται οι εξής πληροφορίες σε αντίστοιχες στήλες, σε συνάρτηση πάντα με το βάθος:

λεπτομερής λιθολογική-πετρολογική περιγραφή
βαθμός διαρρήξεως (R.Q.D.) για τα βραχώδη τμήματα
βαθμός αποσαθρώσεως
τεκτονικά στοιχεία (κλίση, σχιστότητα, επιφάνειες ολισθήσεως, αναστροφές, πτυχώσεις κ.ά.)
ποσοστό πυρηνοληψίας

- συμπεριφορά νερού λειτουργίας του γεωτρυπάνου (ποσοστό απωλειών)
- διακύμανση στάθμης νερού
- διαγράμματα υδροπερατότητας
- ταχύτητα διατρήσεως, είδος δειγματολήπτη και κοπτικού, διάμετρος οπής
- προστατευτικές σωληνώσεις
- θέσεις λήψεως δειγμάτων για εργαστηριακή έρευνα
- μετρήσεις πρότυπης δοκιμής διεισδύσεως ή άλλων δοκιμών που πιθανώς έχουν γίνει.

ε. Παλαιοντολογικές εξετάσεις

Η γεωλογική χαρτογράφηση πολλές φορές και ιδιαίτερα όπου η δομή της περιοχής είναι πολύπλοκη και η φύση του έργου το απαιτεί, χρειάζεται τη βοήθεια της παλαιοντολογίας. Έτσι είναι δυνατόν να προσδιορισθεί επακριβώς η στρωματογραφική διάρθρωση των διαφόρων γεωλογικών οριζόντων και να επιλυθούν βασικά προβλήματα που έχουν σχέση με την κατασκευή του έργου και της ευρύτερης περιοχής που θα επηρεασθεί από αυτό.

Η παλαιοντολογική εξέταση των βραχωδών σχηματισμών συνίσταται στον προσδιορισμό χαρακτηριστικών μικροαπολιθωμάτων, που μελετώνται σε λεπτές τομές του δείγματος, ή και στον προσδιορισμό χαρακτηριστικών μικροαπολιθωμάτων. Σε μαλακούς σχηματισμούς εκτός από τη μελέτη τυχόν μακροαπολιθωμάτων που περικλείονται μέσα σ' αυτούς, μπορεί να αναζητηθούν να απομονωθούν και να μελετηθούν μικροαπολιθώματα δια της μεθόδου του πλυσίματος.

στ. Πετρογραφικές εξετάσεις

Κατά τα διάφορα στάδια της μελέτης των τεχνικών έργων είναι δυνατόν να απαιτηθούν πετρογραφικοί-ορυκτολογικοί προσδιορισμοί. Κατά τη γεωλογική χαρτογράφηση π.χ. μερικές φορές είναι δυνατόν να ζητηθεί η εξέταση δειγμάτων πετρωμάτων και εδαφών για τον προσδιορισμό: της ορυκτολογικής συστάσεως και ταξινομήσεως αυτών, του βαθμού αποσαθρώσεως και εξαλλοιώσεως, της φύσης του συγκολλητικού υλικού μεταξύ των κόκκων, του είδους των αργιλικών ορυκτών (π.χ. η παρουσία μοντμοριλλονίτου στα αργιλικά εδάφη υποδηλώνει συνθήκες διογκώσεως αυτών με τη διαβροχή, όπως επίσης η παρουσία αργιλικών, θειϊκών και θειούχων ορυκτών, οπαλίου, χαλκιδονίου, τριδυμίτη, κ.ά., καθιστούν ένα πέτρωμα ακατάλληλο για παρασκευή αδρανών υλικών).

Οι συνηθέστερες μέθοδοι που εφαρμόζονται στη μελέτη ορυκτών και πετρωμάτων είναι οι ακόλουθες:

(1) Μικροσκοπία λεπτών τομών.

Πρόκειται περί απλών μεθόδων προσαρμοσμένων κυρίως στον προσδιορισμό οπτικών ιδιοτήτων των κρυστάλλων των ορυκτών.

Η μικροσκοπία των λεπτών τομών είναι η σπουδαιότερη των πετρογραφικών μεθόδων και αποτελεί αναγκαία συνήθως προϋπόθεση της γεωλογικής μελέτης. Κατ' αυτήν μελετώνται η σύσταση και ο ιστός του πετρώματος, το μέγεθος των κόκκων, η ύπαρξη μικρορωγμών και το είδος των υλικών πληρώσεως αυτών, ο βαθμός αποσαθρώσεως και εξαλλοιώσεως κ.λπ.

(2) Περίθλαση δι' ακτίνων Χ.

(3) Διαφορική θερμική ανάλυση.

2. Έργα σιδηροδρομικών γραμμών

Τα έργα αυτά έχουν πάρα πολλά κοινά στοιχεία με τα έργα οδοποιίας σχετικά με την επιλογή της χαράξεως και την κατασκευή συναφών έργων, αλλά επίσης και απαιτήσεις πρόσθετες, οι οποίες είναι:

(1) Ευστάθεια: Πιθανή κατολίσθηση ή καθίζηση και γενικά οποιασδήποτε μορφής εδαφική κίνηση, έχει συνήθως πολύ πιο σοβαρές συνέπειες απ' ότι στην οδοποιία. Επομένως απαιτείται πρόβλεψη με μεγάλη βεβαιότητα, από το στάδιο της επιλογής της χαράξεως, για εδαφικές κινήσεις που είναι δυνατόν να λάβουν χώρα από φυσικές διεργασίες ή να προκληθούν εξ αιτίας της κατασκευής του έργου (μεταβολή των φυσικών συνθηκών) και της χρησιμοποιήσεώς του (εναλλασσόμενα φορτία, κραδασμοί). Έτσι, ανάλογα με την περίπτωση, πρέπει να αντιμετωπισθεί είτε παραλλαγή της χαράξεως, είτε κατασκευή έργων βελτιώσεως των εδαφικών συνθηκών που να εξασφαλίζουν πλήρη σταθερότητα.

(2) Πλήρης εξασφάλιση έναντι καταπτώσεων βράχων. Αν αυτό δεν μπορεί να εξασφαλισθεί πρέπει να γίνουν έργα προστατευτικά.

(3) Ιδιαίτερη προσοχή στις θεμελιώσεις και στα αναχώματα, δεδομένου ότι υπόκεινται σε σοβαρότερες καταπονήσεις έναντι της οδοποιίας, χωρίς να επιτρέπονται παραμορφώσεις.

(4) Ιδιαίτερη φροντίδα προς εντοπισμό των κατάλληλων πετρωμάτων για την παρασκευή των σκύρων, τα οποία να είναι ανθεκτικά στη φθορά εκ τριβής και στην αποσάθρωση, να είναι γωνιώδη και να εξασφαλίζουν την αποστράγγιση (να μην παρουσιάζουν τάση τσιμεντοποιήσεώς τους). Οι απαιτήσεις αυτές αποκλείουν πολλά πετρώματα (ευδιάλυτα, σχιστώδη, φυλλώδη, ινώδη, μαλακά κ.ά.) και επιβάλλουν αναζήτηση πετρωμάτων συμπαγών, σκληρών, χωρίς πορώδες, μη επηρεαζόμενα από τις επιδράσεις του πάγου, όπως π.χ. τα μικροκοκκώδη και μικρολιθικά εκρηξιγενή πετρώματα (μικρογρανίτες, βασάλτες κ.ά.).

Οι πάρα πάνω τρεις πρώτες απαιτήσεις επιβάλλουν τη μέγιστη προσοχή κατά την εκπόνηση της γεωλογικής μελέτης σε ότι έχει σχέση με κινήσεις εδαφικών μαζών.

3. Αεροδρόμια

Τα αεροδρόμια περιλαμβάνουν πίστες και διάφορες άλλες κατασκευές, όπως πύργους, υπόστεγα κ.ά., που απαιτούν εδάφη θεμελιώσεως μεγάλης φέρουσας ικανότητας.

Η κατασκευή μιας πίστας, έργο αρκετά όμοιο με ένα δρόμο, απαιτεί οριζοντιότητα μιας μεγάλης εκτάσεως κι αυτό συνήθως δημιουργεί ανάγκες για εκτεταμένα χωματουργικά έργα (ισοπεδώσεις λόφων, επιχωματώσεις).

Η οριζοντιότητα επίσης δημιουργεί πολύ συχνά δυσκολίες σχετικά με την αποστράγγιση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η γεωλογική μελέτη πρέπει να εξετάζει με μεγάλη φροντίδα ότι αφορά τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών των οποίων θα γίνει εκσκαφή και εκείνων που θα χρησιμοποιηθούν για επιχωματώσεις, καθώς και των θέσεων θεμελιώσεως.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς που μπορούν να υποστούν διαφορικές καθιζήσεις.

Ακόμη πρέπει να διερευνηθεί συστηματικά η δίαιτα των υπόγειων και επιφανειακών νερών.

Μεταξύ των διαφόρων αιτίων που μπορεί να οδηγήσουν στο να κατακλυσθεί μια οριζόντια περιοχή, όπως των αεροδρομίων,

είναι η υδατοστεγανότητα των επιφανειακών στρωμάτων, η οποία έχει σαν συνέπεια τα νερά από τις βροχοπτώσεις να λιμνάσουν.

Η ίδια κατάσταση, μπορεί να δημιουργηθεί από την τήξη ενος περιοδικά παγωμένου εδάφους.

Επειδή η υδραυλική κλίση σε τέτοιες περιοχές είναι πάρα πολύ μικρή, για να διευκολυνθεί η ταχύτητα ροής, πρέπει να κατασκευάζονται αποστραγγιστικά έργα τα οποία να προωθούνται σε βάθος και να είναι ανοικτά προς την επιφάνεια. Σε περίπτωση που το επιφανειακό στρώμα είναι υδροστεγανό και επίκειται ενός υδροπερατού το οποίο είναι σε μικρό βάθος, τότε η αποστράγγιση μπορεί να γίνει με αβαθή πηγάδια, δια μέσου των οποίων τα νερά θα οδηγούνται στο υπόγειο υδροπερατό στρώμα.

Η διακύμανση της στάθμης των υπόγειων νερών πρέπει να μελετηθεί με μακροχρόνιες παρατηρήσεις, για να γίνει γνωστό αν σε κάποια περίοδο θα ανέβει αρκετά ψηλά, έτσι ώστε να μεταβληθούν οι συνθήκες στη ζώνη θεμελιώσεως, πράγμα που θα έχει σαν συνέπεια την ελάττωση της φέρουσας ικανότητας. Ακόμη σε περιπτώσεις που η θεμελίωση μιας πίστας γίνεται αρκετά βαθειά (για υπερηχητικά αεροπλάνα προβλέπονται πίστες πάχους αρκετών μέτρων), τα υπόγεια νερά μπορεί να βρεθούν τοπικά υπό πίεση.

Από τα πάρα πάνω φαίνεται η μεγάλη σημασία της υδρογεωλογικής έρευνας για τις μελέτες των αεροδρομίων.

4. Θαλάσσια Έργα
(Λιμενικά έργα, έργα προστασίας ακτών, εξέδρες κ.ά.)

Οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η μελέτη της γεωλογίας της ζώνης θεμελιώσεως των διαφόρων θαλασσίων έργων, έγκειται στο γεγονός ότι δεν μπορούν να γίνουν απ' ευθείας οπτικές παρατηρήσεις, παρά μόνο από ειδικούς στην υποθαλάσσια γεωλογία, οι οποίοι μπορούν να εργαστούν στον πυθμένα με σκάφανδρα.

Στη γεωλογική μελέτη πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην έρευνα των γεωλογικών φαινομένων που βρίσκονται σε εξέλιξη, δηλαδή τη διάβρωση, τη μεταφορά και την ιζηματογένεση. Ακόμη στις υποθαλάσσιες κατολισθήσεις που είναι πολύ συχνές.

Στη μελέτη για την ευστάθεια των υποθαλάσσιων κλιτύων θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη ότι οι συνθήκες είναι πολύ πιο δυσμενείς απ' ότι στη ξηρά, επειδή υπάρχει συνεχής διάβρωση στη βάση των κλιτύων, συνεχής δράση των κυμάτων και μόνιμος κορεσμός.

Η γεωλογική μελέτη μιας περιοχής εκτελείται κατά τις κλασσικές γεωλογικές μεθόδους. Όμως η αναπαράσταση της υποθαλάσσιας γεωλογικής δομής που θα προκύψει από την ερμηνεία των γεωλογικών δεδομένων γειτονικών περιοχών, θα ενέχει, ανάλογα με την περίπτωση, περισσότερες ή λιγώτερες αβεβαιότητες. Λαμβανομένων υπόψη των αβεβαιοτήτων αυτών προγραμματίζονται ανάλογα οι γεωτρητικές και γεωφυσικές έρευνες.

Με προσοχή πρέπει να γίνει η μελέτη των συνθηκών της σύγχρονης ιζηματογενέσεως, αφού διερευνηθούν τα διάφορα θαλάσσια ρεύματα, οι δυνατότητες που έχουν για τη μετακίνηση των ιζημάτων, η τροφοδοσία του θαλασσίου πυθμένα από υλικά προερχόμενα από τη διάβρωση της ξηράς κ.λπ. Έτσι θα ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή της προσχώσεως του πυθμένα των λιμανιών ή θα οδηγηθεί η ιζηματογένεση κατά βούληση, έτσι ώστε να μπορούν π.χ. να δημιουργηθούν αμμώδεις παραλίες κ.λπ.

Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να ληφθεί για την αναζήτηση των υλικών κατασκευής. Για τη λιθόριπη κατασκευή στις προκυμαίες θα πρέπει να αναζητηθούν πετρώματα με κατά το δυνατόν μεγαλύτερο ειδικό και φαινόμενο βάρος, μικρότερο συντελεστή φθοράς εκ τριβής και κρούσεως και γενικά υψηλή αντοχή στην αποσάθρωση.

Πολύ μεγάλη προσοχή πρέπει να δίδεται στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και του πάχους των λεπτόκοκκων θαλάσσιων ιζημάτων, όπως είναι η θαλάσσια ιλύς. Επειδή η αντοχή τους σε θλίψη είναι πάρα πολύ μικρή, όταν γίνει θεμελίωση βαριάς κατασκευής πάνω σ' αυτή, πραγματοποιείται πλευρική διαφυγή της ιλύος με συνέπεια το έργο να υφίσταται πολύ μεγάλες καθιζήσεις και ο πυθμένας της θάλασσας στην περίμετρο του έργου να ανυψώνεται.

Στην περίπτωση των υποθαλάσσιων τάφρων για τοποθέτηση αγωγών, η γεωλογική μελέτη γίνεται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη περιλαμβάνεται η μελέτη της ευρύτερης περιοχής για τον προσδιορισμό και την επιλογή της καταλληλότερης χαράξεως για τη διάνοιξη της τάφρου. Στη δεύτερη φάση εκτελείται η λεπτομερής γεωλογική μελέτη κατά μήκος της χαράξεως που καθορίστηκε και προγραμματίζεται, επιβλέπεται και αξιολογείται η γεωτρητική και γεωφυσική έρευνα.

5. Φράγματα

Τα φράγματα, περισσότερο από τα άλλα τεχνικά έργα, εξαρτώνται από τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες και ιδιαίτερα από τη γεωλογία της περιοχής, η λεπτομερέστατη μελέτη της οποίας είναι τελείως απαραίτητη. Η σωστή κατασκευή, λειτουργία και διατήρηση των έργων που συνδέονται με ένα φράγμα είναι ουσιώδη καθότι πιθανή αστοχία των μπορεί να προκαλέσει ανυπολόγιστες υλικές ζημιές και εκατοντάδες θυμάτων.

Γενικά μια περιοχή κατασκευής ενός φράγματος θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Τα πετρώματα να είναι συνεκτικά και ομοιογενή για να αντιμετωπισθούν οι στατικές και δυναμικές φορτίσεις περιλαμβανομένων και των σεισμών.
- Η σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής να είναι πλήρως διερευνημένη.
- Τα πρανή της λεκάνης κατακλύσεως και της περιοχής θεμελιώσεως να είναι ευσταθή κατά την πλήρωση του ταμιευτήρα καθώς και όταν λαμβάνουν χώρα σημαντικές διακυμάνσεις της στάθμης του.
- Η θεμελίωση να είναι ασφαλής, όσον αφορά την ολίσθηση, και ιδιαίτερα στην περίπτωση φραγμάτων βαρύτητας.
- Τα πετρώματα θεμελιώσεως σκόπιμο είναι να παρουσιάζουν σχετική ομοιομορφία, για να αποφευχθούν μεταβολές στην τιμή του μέτρου ελαστικότητας.
- Η ζώνη θεμελιώσεως και η λεκάνη κατακλύσεως να είναι υδατοστεγείς.
- Τα πετρώματα πρέπει να είναι ανθεκτικά στη διάλυση, στη διάβρωση και την καταστροφή της δομής λόγω περιοδικής υγράνσεως-ξηράνσεως, δημιουργίας πάγου και τήξεως αυτού.
- Οι βραχώδεις και εδαφικοί σχηματισμοί που καλύπτουν τη λεκάνη απορροής να είναι ανθεκτικοί στη διάβρωση, ώστε να μη συμβάλλουν στην ταχεία πρόσχωση του ταμιευτήρα, εξασφαλίζοντας έτσι μεγάλη διάρκεια ζωής στο έργο.
- Οι γεωλογικές και τοπογραφικές συνθήκες να επιτρέπουν την πλεονεκτική τοποθέτηση του υπερχειλιστού και σήραγγας εκτροπής.
- Η θέση των υλικών κατασκευής θα πρέπει να είναι σε μικρή απόσταση από το έργο.
- Να είναι γνωστές οι υδρογεωλογικές επιπτώσεις στην περιοχή κατάντη του φράγματος, καθώς και στις υπόλοιπες γειτονικές περιοχές (πτώση της στάθμης των υπογείων νερών στο κατάντη και ανύψωση στην περιβάλλουσα τη λεκάνη κατακλύσεως περιοχή).

Η τελική επιλογή της περιοχής του φράγματος θα βασίζεται στη συγκριτική ανάλυση όλων των ανωτέρω στοιχείων, λαμβάνοντας σαν κριτήρια συγκρίσεως το κόστος, την ασφάλεια και τη διάρκεια ζωής του έργου.

Η γεωλογική μελέτη μιας περιοχής κατασκευής φράγματος, που πρέπει να περιλαμβάνει αναλυτικά τις ανωτέρω παραμέτρους, δύναται να διαιρεθεί σε τέσσερις φάσεις, με τις επί μέρους για κάθε φάση εργασίες ως εξής:

5.1. Αναγνωριστική γεωλογική μελέτη (α' φάση μελέτης)

Στο πλαίσιο της μελέτης αυτής περιλαμβάνονται:

(1) Συγκέντρωση όλων των διαθεσίμων πληροφοριών για την υπό εξέταση περιοχή. (Στοιχεία γεωλογικά, υδρογεωλογικά, γεωτεχνικά, σεισμολογικά, μεταλλευτικά κ.λπ.).

(2) Γεωλογική χαρτογράφηση της ευρύτερης ζώνης (Λεκάνη απορροής, λεκάνη κατακλύσεως και θέση φράγματος) σε κλίμακα 1:50.000 – 1:25.000. Κατ' αυτήν θα επισημανθούν τα διάφορα προβλήματα από την ανάλυση των γεωλογικών

συνθηκών-τεκτονικής δομής και ιδιαίτερα αυτά που έχουν σχέση με τη στεγανότητα της περιοχής και την ευστάθεια των πρανών.

Η γεωλογική χαρτογράφηση συνοδεύεται από γεωλογικές μηκοτομές σε κλίμακα 1:50.000/1:5.000 ή 1:25.000/1:2.500, καθώς και εγκάρσιες γεωλογικές τομές σε ορισμένες θέσεις, κυρίως προβληματικές.

(3) Εντοπισμός κατ' αρχήν των υλικών κατασκευής και αποτύπωση τους στο χάρτη.

(4) Καθορισμός των περιοχών ενδιαφέροντος, στα όρια της λεκάνης κατακλύσεως, όπως πόλεις, οικισμοί, αρχαιολογικοί χώροι.

(5) Έκθεση που θα περιλαμβάνει:

Γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής (κλίσεις πρανών, φυτοκάλυψη, μορφολογικό ανάγλυφο).

Γεωλογικά στοιχεία (γεωλογική κατασκευή, τεκτονική δομή, πιθανά προβλήματα, στεγανότητα, ευστάθεια πρανών).

Υδρογεωλογικές παρατηρήσεις σχετικά με τα υπόγεια και επιφανειακά νερά.

- Παρατηρήσεις σχετικές με τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων.
- Χαρακτηριστικές φωτογραφίες της περιοχής και ιδιαίτερα των ζωνών που θεωρούνται προβληματικές.
- Προτεινόμενη, με βάση τη γεωλογική θεώρηση, θέση του φράγματος και τύπος αυτού. Προτάσεις για πιθανές εναλλακτικές λύσεις.

Θέση των υλικών κατασκευής και περιγραφή αυτών (ποιοτική, ποσοτική).

Πρόγραμμα, πλήρως αιτιολογημένο, περαιτέρω ερευνών (γεωλογικών, γεωτεχνικών, κ.λπ.).

5.2. Κυρίως γεωλογική μελέτη (β' φάση μελέτης)

(1) Λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση της λεκάνης κατακλύσεως, υπό κλίμακα 1:2.000.

(2) Γεωλογική χαρτογράφηση της ζώνης θεμελιώσεως και αγκυρώσεως του φράγματος (εκατέρωθεν του προβλεπόμενου άξονα) σε κλίμακα 1:1000 τουλάχιστον.

(3) Χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:500 έως 1:100 σε ζώνες που θεωρούνται, με βάση τις προηγούμενες έρευνες και εκτιμήσεις, ως πλέον ευπαθείς και προβληματικές ή θέσεις όπου θα θεμελιωθεί ο υπερχειλιστής, τα αντερείσματα αγκυρώσεως του φράγματος κ.λπ.

Οι παραπάνω χαρτογραφήσεις θα συνοδεύονται από γεωλογικές μηκοτομές σε αντίστοιχες κλίμακες, ήτοι 1:5000/1:500, 1:1000/1:100, 1:500/1:50. Επίσης εγκάρσιες γεωλογικές τομές σε ορισμένες χαρακτηριστικές θέσεις της περιοχής που χαρτογραφήθηκε.

(4) Ανάλυση της τεκτονικής δομής της περιοχής και σύνταξη τεκτονοδιαγραμμάτων σε ορισμένες θέσεις.

(5) Πρόγραμμα για τις γεωτεχνικές εργασίες που προτείνεται να εκτελεσθούν και που αποσκοπούν στην καλύτερη γνώση των συνθηκών (γεωλογικών, γεωτεχνικών, υδρογεωλογικών) στην περιοχή της λεκάνης κατακλύσεως της ζώνης θεμελιώσεως του φράγματος.

Ειδικότερα το πρόγραμμα αυτό περιλαμβάνει:

- Αριθμό και θέσεις γεωτρήσεων με όλα τα χαρακτηριστικά τους (βάθος, κλίση, διάμετρος, δειγματοληψία, εισπιέσεις, κ.λπ.).
- Αριθμό, θέσεις και λοιπά χαρακτηριστικά ερευνητικών φρεάτων, ορυγμάτων ή και στοών.
- Θέσεις και δίκτυο γεωφυσικών διασκοπήσεων.
- Επισήμανση ορισμένων προβλημάτων που πιθανώς χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση.

(6) Τεχνική Έκθεση.

Σ' αυτή αναλύονται και αξιολογούνται όλα τα στοιχεία από τις ανωτέρω εργασίες της αναγνωριστικής και της κύριας φάσεως της γεωλογικής μελέτης.

5.3. Ερευνητικές εργασίες (γ' φάση μελέτης)

Στο πλαίσιο του σταδίου αυτού εκτελούνται όλες οι ερευνητικές εργασίες που προτείνονται στη β' φάση της μελέτης και αξιολογούνται τα αποτελέσματά τους. Πρέπει να επισημανθεί ότι για ορισμένες ερευνητικές εργασίες (π.χ. γεωτρήσεις, γεωφυσικές διασκοπήσεις) είναι πιθανόν να κριθεί απαραίτητη η εκτέλεσή τους στο προηγούμενο στάδιο (β' φάση).

Είναι πιθανόν μετά την ανάλυση και σύνθεση των στοιχείων της λεπτομερούς έρευνας και μετά από τη συνεκτίμηση των προβλημάτων σε συνεργασία με τον μελετητή των έργων, να απαιτηθούν συμπληρωματικές ερευνητικές εργασίες.

Η συμβολή του γεωλόγου στο στάδιο αυτό είναι τελείως απαραίτητη για να αξιολογηθούν τα στοιχεία των ερευνητικών εργασιών (τομές γεωτρήσεων και ορυγμάτων, χαρτογραφήσεις στοών και τάφρων) και να αναπροσαρμόζεται το πρόγραμμα έρευνας ανάλογα με τα στοιχεία που έρχονται σε φως.

Η β' φάση και γ' φάση συνθέτουν την οριστική γεωλογική μελέτη και η τεχνική έκθεση που υποβάλλεται περιλαμβάνει τα στοιχεία των δύο επί μέρους εκθέσεων, με την πλήρη αξιολόγηση αυτών και τις τελικές παρατηρήσεις για τα αναμενόμενα προβλήματα και τις προτεινόμενες λύσεις.

5.4. Στάδιο κατασκευής (δ' φάση μελέτης)

Οι εργασίες του σταδίου αυτού και κυρίως αυτές που αφορούν θεμελιώσεις και διανοίξεις υπογείων έργων πρέπει να βρίσκονται κάτω από την παρακολούθηση του γεωλόγου. Με τα στοιχεία που αποκαλύπτονται κατά τις εκσκαφές και σε συνεργασία του γεωλόγου και του μελετητή μηχανικού διερευνώνται προβλήματα που ανακύπτουν, βάσει της από κοινού αξιολογήσεως των νέων στοιχείων που έρχονται σε φως.

Ο γεωλόγος εξ άλλου θα συντάξει το γεωλογικό χάρτη της ζώνης θεμελιώσεως του φράγματος μετά την εκσκαφή, στον οποίο θα περιέχονται τα εξής στοιχεία: σημαντικές διαρρήξεις, διακλάσεις, ρήγματα και ζώνες αυτών, περιγραφή των εδαφικών και βραχωδών σχηματισμών, παρουσία πηγών, διεύθυνση και κλίση των στρωμάτων για τους διάφορους σχηματισμούς και γενικά κάθε χαρακτήρας που θα μπορούσε να επηρεάσει την κατασκευή. Αυτός ο χάρτης μπορεί να αποδειχθεί πολύ χρήσιμος σε περίπτωση πιθανών προβλημάτων, όπως διαρροές, διαφορικές καθιζήσεις ή τοπική αστάθεια κ.λπ.

ΑΠΟ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ